

Rec'd PCT/PTC 14 OCT 2004
PCT/JP01/10905

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

12.12.01
REC'D 08 FEB 2002
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年12月14日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-379925

[ST.10/C]:

[JP2000-379925]

出 願 人
Applicant(s):

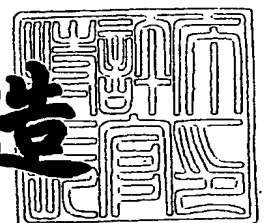
三菱電機株式会社

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2002年 1月25日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3117568

【書類名】 特許願
【整理番号】 529360JP01
【提出日】 平成12年12月14日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B23K 26/00
G02F 1/35
G02F 1/37

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 小島 哲夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 今野 進

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 藤川 周一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 安井 公治

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100102439

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮田 金雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100092462

【弁理士】

【氏名又は名称】 高瀬 彌平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011394

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波長変換方法、波長変換装置、波長変換レーザー、レーザー加工機、およびこのレーザー加工機を用いたプリント基板の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光を非線形光学結晶に通して波長変換する波長変換方法において、前記非線形光学結晶の波長変換された光が出射する面に接する雰囲気を窒素元素の含有率が空気よりも小さい気体にして波長変換することを特徴とする波長変換方法。

【請求項2】 光を非線形光学結晶に通して波長変換する波長変換方法において、前記非線形光学結晶を窒素元素の含有率が空気よりも小さい気体で覆って波長変換することを特徴とする波長変換方法。

【請求項3】 非線形光学結晶の雰囲気を、窒素の体積含有率が10%以下の気体で置換して波長変換することを特徴とする請求項2記載の波長変換方法。

【請求項4】 非線形光学結晶がセシウム・リチウム・ボレート結晶またはセシウム・ボレート結晶であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の波長変換方法。

【請求項5】 気体が希ガス、酸素、または炭酸ガスのいずれかを主体とする気体であることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の波長変換方法。

【請求項6】 光を非線形光学結晶に通して波長変換する波長変換装置において、前記非線形光学結晶の波長変換された光が出射する面に接する雰囲気を窒素元素の含有率が空気よりも小さい気体とする手段を備えたことを特徴とする波長変換装置。

【請求項7】 光を非線形光学結晶に通して波長変換する波長変換装置において、前記非線形光学結晶を窒素元素の含有率が空気よりも小さい気体で覆う手段を備えたことを特徴とする波長変換装置。

【請求項8】 非線形光学結晶の雰囲気を、窒素の体積含有率が10%以下の気体で置換する手段を備えたことを特徴とする請求項7記載の波長変換装置。

【請求項9】 一部に入射光および出射光を通過させる窓を設けるとともに

窒素の体積含有率が 1 0 % 以下の気体を封入した容器内に非線形光学結晶を配置したことを特徴とする波長変換装置。

【請求項 1 0】 非線形光学結晶がセシウム・リチウム・ボレート結晶またはセシウム・ボレート結晶であることを特徴とする請求項 6 ないし 9 のいずれかに記載の波長変換装置。

【請求項 1 1】 気体が希ガス、酸素、または炭酸ガスのいずれかを主体とする気体であることを特徴とする請求項 6 ないし 1 0 のいずれかに記載の波長変換装置。

【請求項 1 2】 波長変換の光源となるレーザと請求項 6 ないし 1 1 いずれかに記載の波長変換装置を備えた波長変換レーザ。

【請求項 1 3】 加工機と加工光源となる請求項 1 2 記載の波長変換レーザを備えた波長変換レーザ加工機。

【請求項 1 4】 請求項 1 3 の波長変換レーザ加工機によりプリント基板を加工することを特徴とするプリント基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、非線形光学結晶による波長変換技術に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

図 8 は、例えば特開平 1 1 - 2 7 1 8 2 0 号公報に示された従来の波長変換装置を示す断面図である。図 8 において、1 は真空容器、2 は例えばセシウム・リチウム・ボレート（化学式： $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$ 、略称：CLBO）結晶等の非線形光学結晶、3 a、3 b は光学窓、4 a、4 b、4 c はリング、5 は真空封止弁、6 は固定金具である。7 は波長変換装置全体を示す。

【0 0 0 3】

次に、動作について説明する。レーザビームは入力側の光学窓 3 a から真空容器 1 内に入射し、非線形光学結晶と相互作用して波長変換された後、出力側の光学窓 3 b から出射する。真空容器 1 の上部には、真空封止弁 5 が設けられており

、真空容器1の本体と光学窓3 a、3 b及び真空封止弁5の間は、リング4 a、4 b、4 cによって封止されており、真空容器1の内部は真空に維持されている。

【0004】

真空容器1の内部において、非線形光学結晶2は固定金具6によって上部から押さえられ、真空容器1の底部に固定されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来の波長変換装置は波長変換結晶周囲の雰囲気は真空に維持されているので、真空にさらされる真空容器、リング、固定金具などから不純物が発生し易く、不純物が波長変換結晶、光学窓に付着するため、長期間安定に波長変換レーザービームを発生できない、また、容器を真空容器にすることが必要であり、装置が高価になるなどの問題点があった。

【0006】

この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、長期間安定に波長変換レーザービームを発生することのできる波長変換方法、波長変換装置、波長変換レーザー、波長変換レーザー加工機、さらにはこの波長変換レーザー加工機を用いたプリント基板製造方法を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る波長変換方法においては、非線形光学結晶の波長変換された光が出射する面に接する雰囲気を窒素元素の含有率が空気よりも小さい気体として波長変換するものである。

【0008】

また、非線形光学結晶を窒素元素の含有率が空気よりも小さい気体で覆って波長変換するものである。

【0009】

さらに、非線形光学結晶の雰囲気を、窒素の体積含有率が10%以下の気体で置換して波長変換するものである。

【0010】

さらにまた、非線形光学結晶をセシウム・リチウム・ボレート結晶またはセシウム・ボレート結晶としたものである。

【0011】

また、気体を希ガス、酸素、または炭酸ガスのいずれかを主体とする気体としたものである。

【0012】

この発明に係る波長変換装置においては、非線形光学結晶の波長変換された光が出射する面に接する雰囲気を窒素元素の含有率が空気よりも小さい気体とする手段を備えたものである。

【0013】

また、非線形光学結晶を窒素元素の含有率が空気よりも小さい気体で覆う手段を備えたものである。

【0014】

さらに、非線形光学結晶の雰囲気を、窒素の体積含有率が10%以下の気体で置換する手段を備えたものである。

【0015】

さらにまた、一部に入射光および出射光を通過させる窓を設けるとともに窒素の体積含有率が10%以下の気体を封入した容器内に非線形光学結晶を配置したものである。

【0016】

また、非線形光学結晶をセシウム・リチウム・ボレート結晶またはセシウム・ボレート結晶としたものである。

【0017】

さらに、気体を希ガス、酸素、または炭酸ガスのいずれかを主体とする気体としたものである。

【0018】

この発明に係る波長変換レーザにおいては、波長変換の光源となるレーザとして上記の波長変換装置を備えたものである。

【0019】

この発明に係る波長変換レーザー加工機においては、加工機と加工光源となる上記波長変換レーザーを備えたものである。

【0020】

この発明に係るプリント基板の製造方法においては、上記波長変換レーザー加工機によりプリント基板を加工するものである。

【0021】

【発明の実施の形態】

本発明者らは、CLBO結晶を用いた波長変換特性の劣化原因を調べるため、波長1064nmのネオジム・ヤグ(Nd:YAG)レーザーの第2高調波、すなわち波長532nmのレーザー光を発生するレーザーを光源とし、CLBO結晶を用いてNd:YAGレーザーの第4高調波である波長266nmの紫外レーザービームの発生を100時間連続して行った。この連続紫外レーザービーム発生時には、CLBO結晶は、空气中でヒーター上に配置し、140℃の一定温度で用いた。また、発生した波長266nmの紫外レーザービームの平均パワーは20Wであった。

【0022】

この100時間連続紫外レーザービーム発生試験後のCLBO結晶の紫外レーザービーム出射端面には、新たに付着した物質が観測された。この物質の元素分析及び構造分析を行った結果、付着物質は硝酸セシウム(CsNO_3)を含む硝酸化合物であることが判明した。この硝酸セシウムはCLBO結晶の紫外レーザービーム出射端面のみに観測され、また、セシウムは波長変換に用いたCLBO結晶以外の部品には含まれない元素であることから、波長変換により発生した波長266nmの紫外レーザービームの作用により、CLBO結晶の成分であるセシウムと大気中の窒素が反応を起こして硝酸セシウムが生成したことが明らかである。また、CLBO結晶を用いた波長変換により硝酸セシウムが生成することは、本発明者らの行った平均パワー5W以上での長期連続紫外レーザービーム発生試験により、初めて明らかになった現象である。従来は、例えば文献(出来恭一 他、電気学会光・量子デバイス研究会資料、OQD-97巻、53-69号、41-4

6頁、1997年)に示されているように、出力4W以下での長期動作試験しか行われていなかったため、この現象は明らかになっていなかった。

【0023】

以上の結果より、CLBO結晶を用いて波長変換を行う際には、少なくとも波長変換された光が出射する面に接する雰囲気は空気よりも窒素含有率が小さい気体となるようにして行い、望ましくは窒素元素(N)がほとんど含まれない気体となるようにして行えば、雰囲気が空気であるものに比較して長期間安定に高出力な波長変換をすることができることが明らかとなった。

【0024】

実施の形態1.

図1及び図2は、この発明を実施するための実施の形態1による波長変換装置を説明するための図であり、より具体的には図1は波長変換装置の縦断面図であり、図2は波長変換装置の横断面図である。

【0025】

図1及び図2において、2は非線形光学結晶である。3a、3bはレーザビームを透過する光学窓である。4a、4bはリングである。11は非線形光学結晶を収納するための容器である。12a、12bは光学窓押さえである。13a、13bは容器11にけられた穴である。14a、14bは栓である。15a、15bは配管である。16は成分に窒素元素(N)を含まない、あるいは窒素元素が少ない気体である。17a、17bは非線形光学結晶2を容器11に固定するための固定治具である。7aは波長変換装置全体を示す。

【0026】

非線形光学結晶2は、例えばセシウム・リチウム・ボレート(化学式: $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$ 、略称:CLBO)結晶、セシウム・ボレート(化学式: CsB_3O_5 、略称:CBO)結晶、リチウム・ボレート(化学式: LiB_3O_5 、略称:LBO)結晶、ベータ・バリウム・ボレート(化学式: $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$ 、略称:BBO)、ガドリニウム・イットリウム・カルシウム・オキシボレート(化学式: $\text{Gd}_x\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_4(\text{BO}_3)_3$ 、略称:GDYCOB)結晶などからなり、波長変換により波長400nm以下の紫外レーザビームを発生するための位相整合角度に

両端面を切断、研磨されており、固定治具17a、17bにより容器11上に固定されている。ここでは、非線形光学結晶2はCLBO結晶からなり、波長532nmのレーザービームを波長266nmの紫外レーザービームに変換するための位相整合角度に両端面が切断、研磨されている。

【0027】

光学窓3a、3bは少なくとも波長200nm～1500nmのレーザービームに対して透明な例えば石英（化学式： SiO_2 ）、弗化カルシウム（化学式： CaF_2 ）などからなり、両端面研磨されており、リング4a、4bを介して光学窓押さえ12a、12bにより容器11に密着されている。栓14a、14bは、ここではPTネジにより容器11に直接接合するものを用いている。容器11は、光学窓3a、3bとリング4a、4b及び栓14a、14bにより気密に保たれている。

【0028】

気体16は成分に窒素元素（N）を含まない、あるいは窒素元素が少ない気体であり、例えば希ガス、酸素（ O_2 ）、炭酸ガス（ CO_2 ）などを主体とした気体を用いることができ、配管15a、栓のあけられた栓14aを通して容器11内に流入され、栓の開けられた栓14b、配管15bを通して容器11から常時流出するように流されている。このため、容器内11は成分に窒素元素を含まない、あるいは窒素元素が少ない気体16によって満たされる。

【0029】

本実施の形態1においては、波長変換装置7aは上記のように構成されており、非線形光学結晶2は、成分に窒素元素を含まない、あるいは窒素元素が少ない気体16にさらされているため、レーザービームの波長変換を行って、波長400nm以下の紫外レーザービームの照射を受けても硝酸セシウムなどの硝酸化合物は生成することがなく、また、波長変換装置7a内は真空にされていないので、容器から不純物が発生することがなく、長期間安定に高出力な波長変換レーザービームを発生することができるという効果を奏する。また、波長変換装置7aは厳密な気密容器にする必要がなく、また、希ガス、酸素、炭酸ガスなどを少量流すだけで、長期間安定に高出力な波長変換レーザービームを発生することができる波長

変換装置を安価に提供することができるという効果も奏する。

【0030】

なお、容器11として円柱形のものを例として示したが、どのような形でもよく、例えば立方体あるいは直方体などでもよい。

【0031】

また、栓14a、14bとして例えばPTネジ、Oリングなどにより容器11に直接接合されるものを示したが、この他配管の途中に設けるものなどを用いることができる。

【0032】

また、上記実施の形態1では、栓14a、14bを開けて窒素元素を含まない、あるいは窒素元素が少ない気体16を常時流す例について説明したが、容器11内を窒素元素を含まない、あるいは窒素元素が少ない気体16で満たした後、栓14a、14bを閉めて気体16を容器11内に密封するようにして、すなわち非線形光学結晶を封止したセルにして使用してもよく、上記実施の形態1と同様の効果がある。

【0033】

実施の形態2.

図3及び図4は、この発明を実施するための実施の形態2による波長変換装置を説明するための図であり、より具体的には図3は波長変換装置の縦断面図であり、図4は波長変換装置の横断面図である。

【0034】

図3及び図4において、2、3a、3b、4a、4b、11、12a、12b、13a、13b、14a、14b、15a、15b、16は上記実施の形態1に示したものと同一のものであり、同一の作用をする。17c、17dは非線形光学結晶2を固定するための固定治具である。18は電熱ヒーターを備えた加熱素子である。19は断熱材である。7bは波長変換装置全体を示す。また、図示はされていないが、加熱素子18内には温度をモニタするための温度センサが設けられており、加熱素子18及び温度センサは図示されていない電線を通じて波長変換装置7b外部の温度コントローラに接続されている。

【0035】

固定治具17c、17dは非線形光学結晶2を加熱素子18上に固定する。

【0036】

加熱素子18は、温度コントローラにより温度センサからの信号に応じて電熱ヒーターに流される電流を制御され、100℃を超える一定温度に制御されることにより、固定治具17c、17d及び非線形光学結晶2の温度を100℃以上の一定温度に保つ。

【0037】

本実施の形態2においては、波長変換装置7bは上記のように構成されており、非線形光学結晶2は、成分に窒素元素を含まない、あるいは窒素元素が少ない気体16にさらされており、レーザビームの波長変換を行って、波長400nm以下の紫外レーザビームの照射を受けても硝酸セシウムなどの硝酸化合物は生成することがなく、また、非線形光学結晶2は100℃以上の一定温度に保たれており、気体16に微量の水分が含まれている場合でも水分を吸収することがないため、長期間安定に波長変換レーザビームを発生することができるという効果を奏する。また、波長変換装置7bは真空容器にする必要がないので、波長変換装置を安価に提供することができるという効果も奏する。

【0038】

なお、容器11として円柱形のものを例として示したが、どのような形状でもよく、例えば立方体あるいは直方体などでもよい。また、栓14a、14bとして例えばPTネジ、リングなどにより容器11に直接接合されるものを示したが、この他配管の途中に設けるものなどを用いることができる。また、加熱素子18として電熱ヒーターを備えた例を示したが、これに限るものでなく、例えばペルチェ素子など加熱できる素子を備えていればよい。

【0039】

さらに、上記実施の形態2では、栓14a、14bを開けて窒素元素を含まない、あるいは窒素元素が少ない気体16を常時流す例について説明したが、容器11内を窒素元素を含まない、あるいは窒素元素が少ない気体16で満たした後、栓14a、14bを閉めて気体16を容器11内に密封するようにして使用し

てもよく、上記実施の形態1と同様の効果がある。

【0040】

実施の形態3.

図5は、この発明を実施するための実施の形態2による波長変換装置を説明するための縦断面図である。

【0041】

図5において、容器本体35と蓋36aおよび36bとで容器37を構成し、蓋36aおよび蓋36bには光が通過する穴3cおよび3dが開けられている。配管15cから栓14cを通じて、容器本体に設けられた穴13cから容器37内に窒素以外の気体が主成分である気体16、例えば希ガス、酸素ガス、炭酸ガスなどを流入させる。気体16は、容器内の空気を置換して容器内を気体16で満たすとともに穴3c、3dより排出される。このように、容器は必ずしも気密である必要はなく、非線形光学結晶2の雰囲気窒素元素を含まない、あるいは窒素元素が少ない気体になれば良い。また、少なくとも非線形光学結晶2の波長変換された光が出射する面に接する気体が窒素元素を含まない、あるいは窒素元素が少ない気体になれば良い。

【0042】

なお、これまでの実施の形態では、非線形光学結晶2の雰囲気窒素元素を含まない、あるいは窒素元素が少ない気体になるようにしたが、少なくとも空気よりも窒素含有率が小さい気体であれば、雰囲気が空気であるものに比較して長期間安定に高出力な波長変換をすることができるものが得られる。ただし、窒素の体積含有率が10%以下であることが好ましく、さらには1%以下であることがより好ましい。従って、非線形光学結晶を配置した容器内に流しまたは封入する希ガス、酸素ガス、炭酸ガス等の気体は、グレードの低い安価な気体を使用できる。

【0043】

実施の形態4.

図6は、この発明を実施するための実施の形態3による波長変換レーザを説明するための図であり、より具体的には図6は波長変換レーザの縦断面図である。

【0044】

図6において、2は非線形光学結晶である。7aは上記実施の形態1に示した波長変換装置である。20はネオジウム・ヤグ(Nd:YAG)レーザの第2高調波である波長532nmのレーザビームを発生するレーザである。21はレーザ20から出射される波長532nmのレーザビームである。21aは波長532nmのレーザビーム21の一部が非線形光学結晶2により波長266nmに波長変換されたレーザビームである。22は波長266nmのレーザビームを透過し、波長532nmのレーザビームを反射するコーティングの施された波長選択鏡である。21bは波長266nmの紫外レーザビームである。23は基台である。24は基台23上に波長変換装置7aを固定するための固定台である。25は波長選択鏡22を基台23上に固定するための固定治具である。26は波長変換レーザ全体を示す。

【0045】

非線形光学結晶2は、例えばセシウム・リチウム・ボレート(化学式: $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$ 、略称:CLBO)結晶、セシウム・ボレート(化学式: CsB_3O_5 、略称:CBO)結晶、リチウム・ボレート(化学式: LiB_3O_5 、略称:LBO)結晶、ベータ・バリウム・ボレート(化学式: $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$ 、略称:BBO)、ガドリニウム・イットリウム・カルシウム・オキシボレート(化学式: $\text{Gd}_x\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_4(\text{BO}_3)_3$ 、略称:GdYCOB)結晶などからなり、波長変換により波長400nm以下の紫外レーザビームを発生するための位相整合角度に両端面を切断、研磨されており、固定治具17a、17bにより容器11上に固定されている。ここでは、非線形光学結晶2はCLBO結晶からなり、波長532nmのレーザビームを波長266nmの紫外レーザビームに変換するためのタイプ1位相整合角度に両端面が切断、研磨されている。

【0046】

レーザ20から出射された波長532nmのレーザビーム21は波長変換装置7aに入射し、非線形光学結晶2によりその一部が波長266nmに波長変換され、レーザビーム21aとなる。レーザビーム21aは波長選択鏡22に波長266nm成分のみ透過され、波長532nm成分が反射されることにより、波長

266 nmの紫外レーザービーム21bとなる。

【0047】

本実施の形態4においては、波長変換レーザーは上記のように構成されており、非線形光学結晶2は、成分に窒素元素を含まない、あるいは窒素元素が少ない気体にさらされており、波長変換により波長400 nm以下の紫外レーザービームの照射を受けても硝酸セシウムなどの硝酸化合物は生成することがないため、長期間安定に高出力な波長変換レーザービームを発生することができるという効果を奏する。また、波長変換装置7aは真空容器にする必要がないので、波長変換レーザーを安価に提供することができるという効果も奏する。

【0048】

上記実施の形態4では、実施の形態1に示した波長変換装置7aを用いる例について示したが、実施の形態2や実施の形態3に示した波長変換装置を用いてもよく、上記実施の形態3と同様の効果を奏する。

【0049】

上記実施の形態4では、ネオジム・ヤグ(Nd:YAG、化学式Nd:Y₃Al₅O₁₂)レーザーの第2高調波である波長532 nmのレーザービームを発生するレーザー20を光源として用いる例について説明したが、光源の波長はこれに限るものでなく、例えばイッテルビウム・ヤグ(Yb:YAG、化学式Yb:Y₃Al₅O₁₂)、ネオジム・イルフ(Nd:YLF、化学式Nd:LiYF₄)、ネオジム・ワイヴィオーフォー(Nd:YVO₄)、チタン・サファイア(Ti:Al₂O₃)の基本波、第2高調波などでもよく、上記実施の形態4と同様の効果を奏する。

【0050】

実施の形態5.

図7は、この発明を実施するための実施の形態4による波長変換レーザー加工機を説明するための図であり、より具体的には図7は波長変換レーザー加工機の縦断面図である。

【0051】

図7において、26は実施の形態3に示した波長変換レーザーである。27はガ

ルバノミラーである。28はガルバノミラー固定治具である。29はf θ レンズである。30はf θ レンズ固定治具である。31はミラーレンズ固定治具である。32はプリント基板、グリーンシートなどの加工物であり、ここでは、ガラスエポキシプリント基板からなる。33は加工機基台である。34はガルバノミラー27、ガルバノミラー固定治具28、f θ レンズ29、f θ レンズ固定治具30、ミラーレンズ固定治具31、加工機基台33からなる加工機である。

【0052】

ガルバノミラー27はガルバノミラー固定治具28によりミラーレンズ固定治具31に固定され、加工機基台33上に固定される。f θ レンズ29はf θ レンズ固定治具30によりミラーレンズ固定治具31に固定され、加工機基台33上に固定される。

【0053】

波長変換レーザ26から発せられた波長変換レーザビーム21bはガルバノミラー27に入射し、ガルバノミラー27によりその進行方向を可変的に変更される。進行方向を変更された波長変換レーザビーム21bはf θ レンズ29に入射され、加工物32上に集光される。集光された波長変換レーザビーム21bは加工物32に穴をあける。

【0054】

本実施の形態5においては、波長変換レーザ加工機は上記のように構成されており、波長変換レーザ26は長期間安定に波長変換レーザビーム21bを発生することができるため、長期間安定に精度良く均一な加工ができるという効果を奏し、品質の良いプリント基板の製造方法を提供する。また、波長変換装置7aは真空容器にする必要がないので、波長変換レーザ加工機を安価に提供することができるという効果も奏する。

【0055】

なお、ガルバノミラー27を設けて波長変換レーザビーム21bの進行方向を可変的に変更するものを示したが、基台33上にXYステージなどの加工物を移動させる可動台を備えてもよく、また、ガルバノミラーと可動台の両方を備えても良い。

【0056】

また、 $f\theta$ レンズ 29 を設けるものを示したが、平凸レンズ、両凸レンズなどを設けても良い。

【0057】

上記実施の形態 5 においては、ガラスエポキシプリント基板からなる加工物 32 に穴をあける加工の例について示したが、加工物 32 はその他の材質のプリント基板、グリーンシート、電子部品、金属、ガラスなど加工対象となるものであればなんでも良く、また、加工についても切断、溶接、型彫り、マーキング、形成などどのような加工でもよく、上記実施の形態 5 と同様の効果を奏する。

【0058】

【発明の効果】

この発明に係る波長変換方法および波長変換装置においては、非線形光学結晶の波長変換された光が出射する面に接する雰囲気を窒素元素の含有率が空気よりも小さい気体にして波長変換するようにしたので、長期間安定に波長変換レーザービームを発生することができる効果がある。

【0059】

また、非線形光学結晶を窒素元素の含有率が空気よりも小さい気体で覆って波長変換するようにしたので、より確実に長期間安定に波長変換レーザービームを発生することができる効果がある。

【0060】

さらに、非線形光学結晶の雰囲気を、窒素の体積含有率が 10% 以下の気体で置換して波長変換するようにしたので、簡単な構成で長期間安定に波長変換レーザービームを発生することができる効果がある。

【0061】

さらにまた、非線形光学結晶をセシウム・リチウム・ボレート結晶またはセシウム・ボレート結晶としたので、長期間安定に紫外領域の高出力波長変換レーザービームを発生することができる効果がある。

【0062】

また、気体を希ガス、酸素、または炭酸ガスのいずれかを主体とする気体とし

たので、より簡単な構成で長期間安定に波長変換レーザービームを発生することができる効果がある。

【0063】

この発明に係る波長変換レーザーにおいては、波長変換の光源となるレーザーとして上記の波長変換装置を備えたので、長期間安定に波長変換レーザービームを発生することができる効果がある。

【0064】

この発明に係る波長変換レーザー加工機においては、加工機と加工光源となる上記波長変換レーザーを備えたので、長期間安定に精度良く均一な加工ができる効果がある。

【0065】

この発明に係るプリント基板の製造方法においては、上記波長変換レーザー加工機によりプリント基板を加工するようにしたので、長期間安定に精度良く均一なプリント基板を製造できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1の波長変換装置を説明するための縦断面図である。

【図2】 本発明の実施の形態1を示す波長変換装置の横断面図である。

【図3】 本発明の実施の形態2を示す波長変換装置の縦断面図である。

【図4】 本発明の実施の形態2を示す波長変換装置の横断面図である。

【図5】 本発明の実施の形態3を示す波長変換装置の横断面図である。

【図6】 本発明の実施の形態4を示す波長変換レーザーの縦断面図である。

【図7】 本発明の実施の形態5を示す波長変換レーザー加工機の縦断面図である。

【図8】 従来の波長変換装置の縦断面図である。

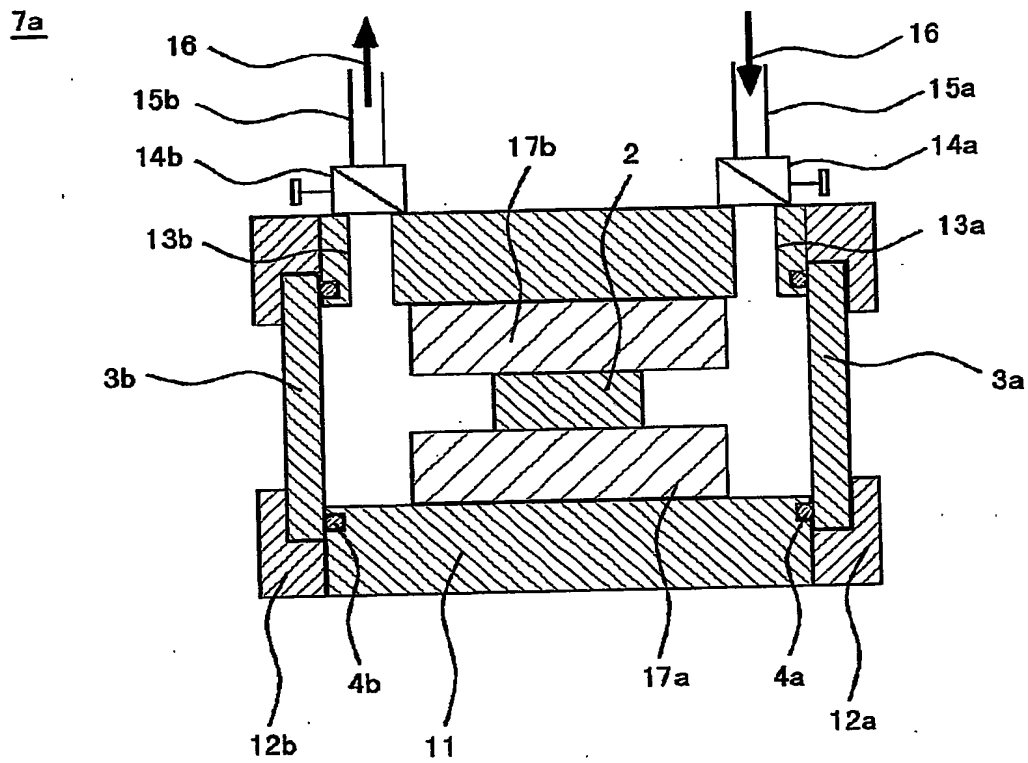
【符号の説明】

- 2 非線形光学結晶、7、7a、7b 波長変換装置、11、37 容器、
16 気体、26 波長変換レーザー

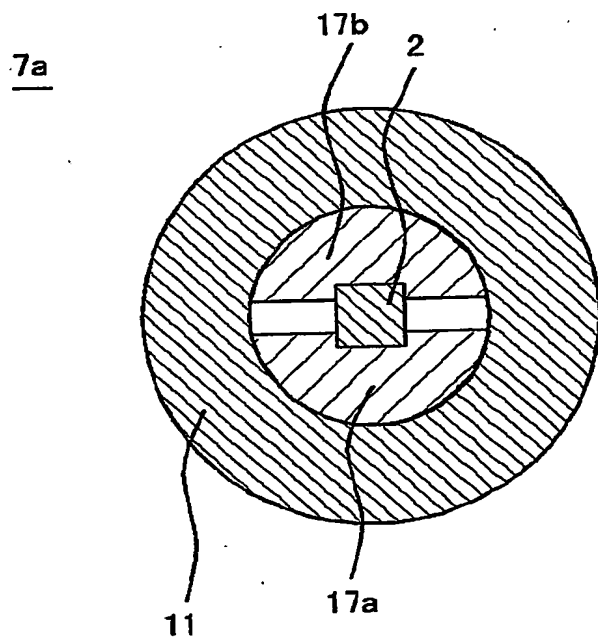
【書類名】

図面

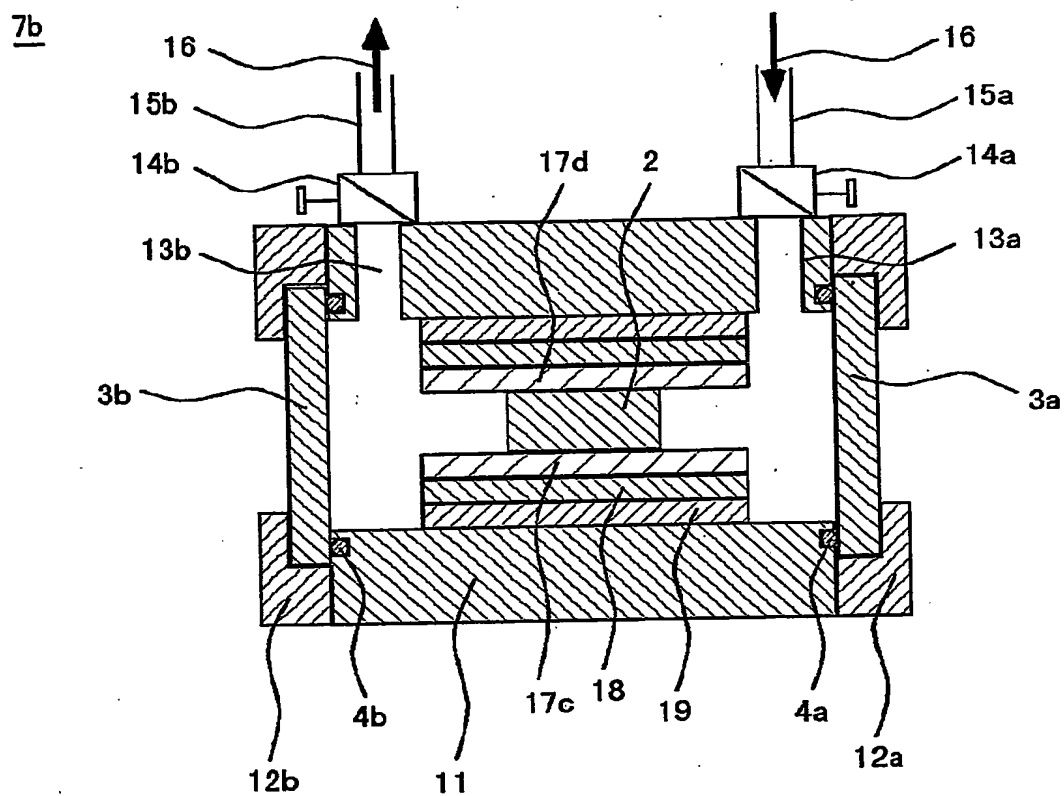
【図1】



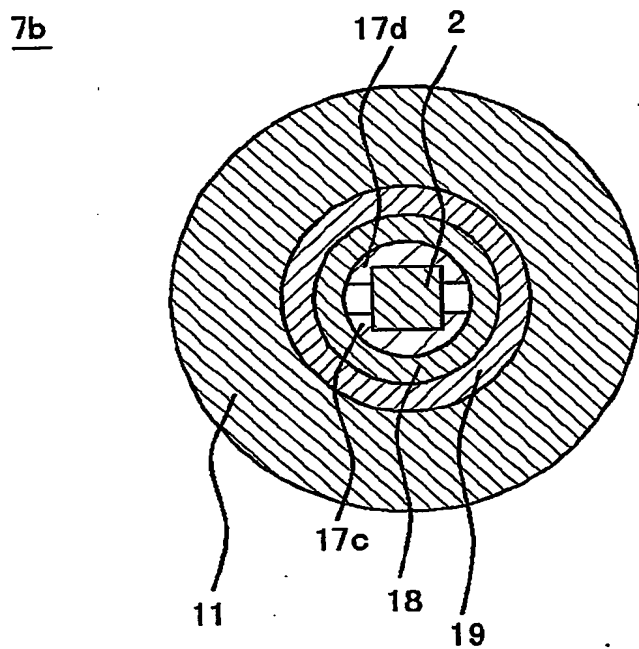
【図2】



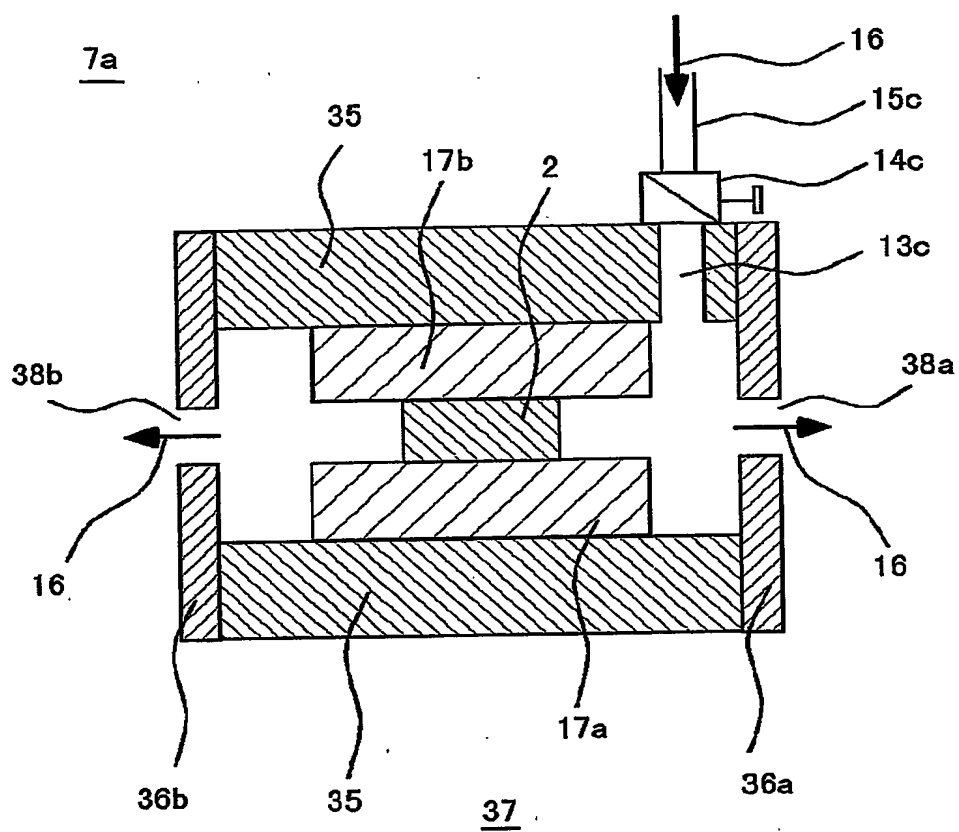
【図3】



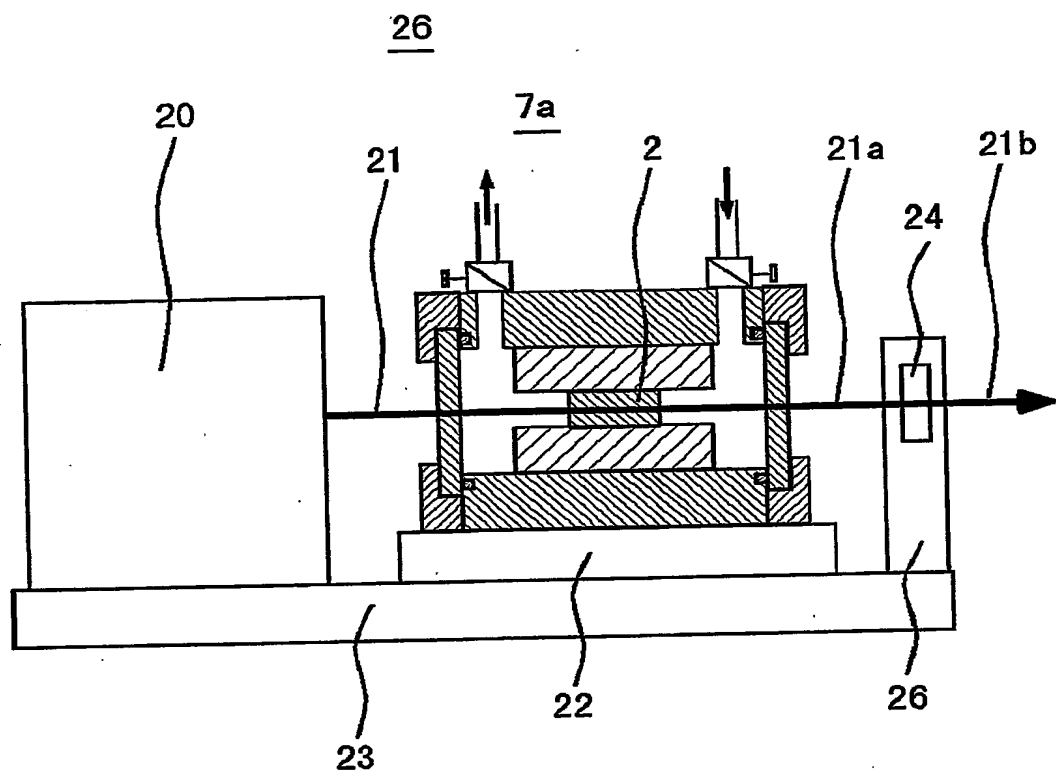
【図4】



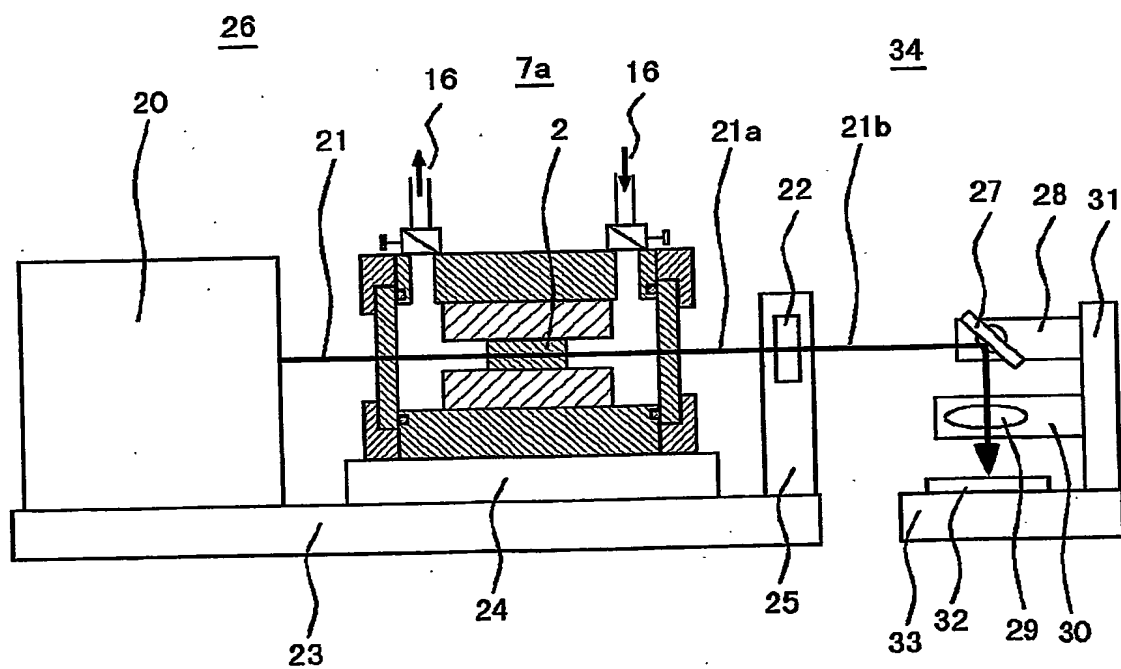
【図5】



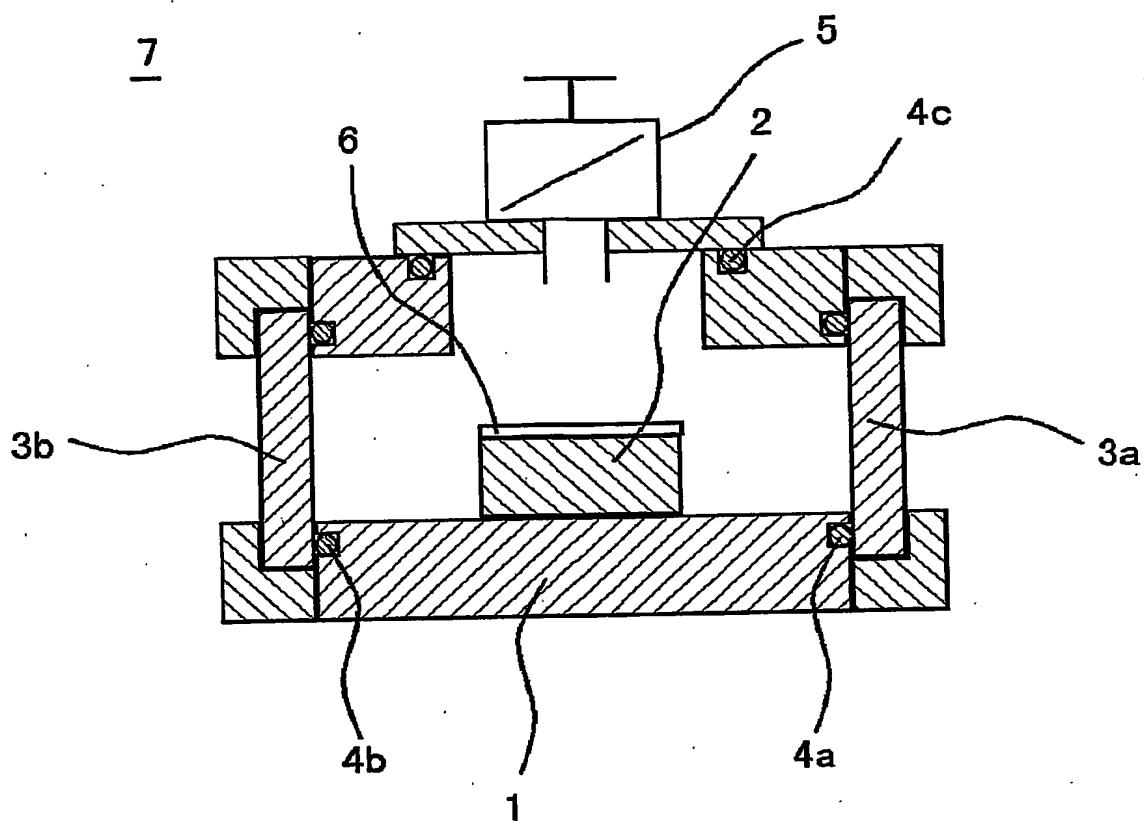
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 長期間安定に波長変換レーザービームを発生することのできる波長変換装置を安価に提供する。

【解決手段】 非線形光学結晶の波長変換された光が出射する面を窒素元素の含有率が空気よりも小さい気体で覆って波長変換するようにした。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006013]

1. 変更年月日	1990年 8月24日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
氏 名	三菱電機株式会社